

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



BEST AVAILABLE COPY

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 02 935.7

Anmeldetag: 23. Januar 2001

Anmelder/Inhaber: curamik electronics GmbH,
Eschenbach, Oberpf/DE;
Kugler GmbH, Salem, Baden/DE.

Bezeichnung: Spiegel für Laseranwendungen sowie Verfahren
zu seiner Herstellung

Priorität: 16.01.2001 DE 101 01 887.8

IPC: G 02 B, H 01 S

Bemerkung: Die nachgereichte Seite 2 der Beschreibung
ist am 24. Januar 2001 eingegangen.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Januar 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Nietiedt

PATENTANWÄLTE

Dipl.-Ing. A. Wasmeier

Dipl.-Ing. H. Graf

Zugelassen beim Europäischen Patentamt + Markenamt • Professional Representatives before the European Patent Office + Trade Mark Office

Patentanwälte Postfach 10 08 26 93008 Regensburg

Deutsches Patent-
und Markenamt
Zweibrückenstr. 12

80297 München

D-93008 REGENSBURG
POSTFACH 10 08 26

D-93055 REGENSBURG
GREFLINGERSTRASSE 7

Telefon (0941) 79 20 85

(0941) 79 20 86

Telefax (0941) 79 51 06

E-mail:
wasmeier-graf@t-online.de

Ihr Zeichen
Your Ref.

Ihre Nachricht
Your Letter

Unser Zeichen
Our Ref.

Datum
Date

CK/p 19.964a

18. Januar 2001

gr-ra

101 02 835.7



Anmelder: curamik electronics GmbH
Am Stadtwald 2
92676 Eschenbach

Kugler GmbH
Heiligenberger Str. 100
88682 Salem

Titel: Spiegel für Laseranwendungen sowie Verfahren zu seiner
Herstellung

Konten: HypoVereinsbank (BLZ 750 200 73) 5 839 300
Postgiroamt München (BLZ 700 100 80) 893 69-801

Gerichtsstand Regensburg
A19964.DOC
23.01.01 09:56

Spiegel für Laseranwendungen sowie Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Spiegel gemäß Oberbegriff Patentanspruch 1 sowie auf ein Verfahren zu seiner Herstellung gemäß Oberbegriff Patentanspruch 25.

In Lasereinrichtungen, beispielsweise auch in solchen zum Bearbeiten von Werkstücken sind vielfach Spiegel zum Umlenken des Laserstrahls erforderlich. Obwohl der Laserstrahl zur Reduzierung der Leistungsdichte in der Regel als aufgeweiteter Strahl über die verwendeten Spiegel geführt ist, ist es üblich und bekannt, derartige Spiegel aktiv, d.h. mit einem eine Kühlerstruktur des Spiegelkörpers durchströmenden Kühlmedium, vorzugsweise mit einem flüssigen Kühlmedium, beispielsweise Wasser zu kühlen.

Zu fordern ist bei Spiegeln für Laseranwendungen insbesondere auch, daß sie bzw. deren Spiegelfläche eine ausreichende thermische Stabilität, d.h. Stabilität gegenüber Temperaturschwankungen aufweisen und durch Temperaturschwankungen bedingte Veränderungen oder Verformungen der Spiegelfläche weitestgehend vermieden sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen gekühlten Spiegel für Laseranwendungen aufzuzeigen, dessen Spiegelfläche trotz eines einfachen Spiegelaufbaus eine hohe thermische Stabilität besitzt. Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Spiegel entsprechend dem Patentanspruch 1 und ein Verfahren entsprechend dem Patentanspruch 25 ausgebildet.

Bei der erfindungsgemäßen Ausbildung wird durch die wenigstens eine „erste“ Zwischenschicht aus dem Material mit dem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten, die (Zwischenschicht) unmittelbar an die die Spiegelfläche aufweisende oder bildende „erste“ Schicht „aus Metall“ anschließt eine hohe thermische Stabilität für die Spiegelfläche erreicht, so daß beispielsweise durch Änderung der Laserleistung und/oder durch An- und Abschalten des Laser bedingte

Temperaturschwankungen nicht zu einer störenden Verformung oder Veränderung der Spiegelfläche führen.

Zur Vermeidung eines Bimetall-Effektes, d.h. eines Verwölbens des Spiegels und insbesondere der von der Oberseite 2 gebildeten Spiegelfläche bei Temperaturschwankungen, ist der mehrschichtige Spiegelkörper symmetrisch zu einer Mittelebene ausgeführt und besitzt daher an eine die Unterseite des Spiegels bildende „zweite“ Schicht aus Metall anschließend eine „zweite“ Zwischenschicht aus dem Material mit dem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten.

Für die wenigstens eine Zwischenschicht aus dem Material mit dem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten kann auch ein Material, beispielsweise Keramik gewählt werden, mit welchem zugleich eine Verbesserung der Festigkeit des Spiegels erreicht wird, insbesondere auch dann, wenn die verwendeten Metall-Schichten solche aus Kupfer oder einer Kupferlegierung sind.

Bevorzugt wird die Kühlerstruktur von mehreren, aneinander anschließenden Kühlerschichten gebildet, die dann so strukturiert sind, daß sie einen Kühler- oder Kühlerstrukturbereich mit fein strukturierten Kanälen für das Kühlmedium bilden, die sich ständig in wenigstens zwei, vorzugsweise in drei senkrecht zueinander verlaufenden Raumachsen verzweigen. Die Strukturierung dieser Kühlerschichten ist vorzugsweise auch derart, daß sie die Kühlerstruktur überbrückende durchgehende Pfosten bilden, die dann nicht nur die Kühlwirkung verbessern, sondern insbesondere auch bei Verwendung des wegen seiner hohen Wärmeleitfähigkeit an sich günstigen Kupfers oder einer Kupferlegierung für die Kühlerschichten und vorzugsweise auch für die restlichen Metall-Schichten die erforderliche Festigkeit, insbesondere auch Druckfestigkeit des Spiegels im Bereich der Kühlerstruktur gewährleisten.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in vereinfachter Darstellung und in Seitenansicht einen Spiegel für Laseranwendungen gemäß der Erfindung;

Fig. 2 den Spiegel der Figur 1 in Draufsicht;

Fig. 3 in Draufsicht eine mögliche Ausführungsform einer strukturierten Kühlerlage zur Verwendung bei dem gekühlten Laserspiegel der Figuren 1 und 2.

Fig. 4 in Draufsicht das von zwei aneinander anschließenden Kühlerlagen gebildete Layout.

Der in den Figuren allgemein mit 1 bezeichnete Spiegel ist zur Verwendung in Hochleistungslasern zum Umlenken des Laserstrahles bestimmt. Der Spiegel 1 ist mehrschichtig mit einer Vielzahl von Schichten aufgebaut, die in geeigneter Weise flächig miteinander verbunden sind. Im Einzelnen weist der Spiegel 1 den nachstehend angegebenen Aufbau auf, wobei die verschiedenen Bereiche und Schichten ausgehend von der Spiegeloberseite 2 in Richtung der Spiegelunterseite 3 in der nachstehend angegebenen Reihenfolge aneinander anschließen:

- Obere Metallschicht 4, die an ihrer freien Oberseite 2 die Spiegelfläche bildet;
- Zwischenschicht 5;
- Obere Metall- oder Abschlußschicht 6 für die darunterliegende Kühlerstruktur 7;
- Untere Metall- oder Abschlußschicht 8 für die Kühlerstruktur 7;
- Zwischenschicht 9;
- Untere Metallschicht 10, die die Unterseite 3 des Spiegels 1 bildet.

Die Zwischenschichten 5 und 9 bestehen aus einem Material, welches einen im Vergleich zu dem Metall der Metallschichten sehr viel kleineren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, nämlich in der Größenordnung gleich oder kleiner 10×10^{-6} [1/K]. Die Zwischenschichten 5 und 9 bestehen bevorzugt aus dem selben Material.

Die Kühlerstruktur 7 besteht aus einer Vielzahl von flächig miteinander verbundenen Metallschichten 11, die mit ihren Oberflächenseiten ebenfalls parallel zur Oberseite 2 bzw. Unterseite 3 des Spiegels 1 liegen.

Entsprechend den Figuren 3 und 4 sind diese Kühlerschichten 11 so strukturiert, daß sie zwei Kammern 12 bzw. 13 zum Zuführen und Abführen eines vorzugsweise flüssigen Kühlmediums, beispielsweise Wasser, und zwischen diesen Kammern einen Kühlbereich 14 mit fein strukturierten Strömungswegen für das Kühlmedium bilden, die sich ständig in allen drei senkrecht zueinander verlaufenden Raumachsen verzweigen, so daß das Strömungsmedium diesen Kühlbereich 14 unter ständigem Umlenken in allen drei Raumachsen durchströmt und hierdurch eine intensive Kühlwirkung erreicht wird.

Die Kühlerlagen 11 sind weiterhin auch so strukturiert, daß durch ihre Strukturierung von den aneinander anschließenden Kühlerlagen durchgehende Pfosten 15 aus dem Metall dieser Kühlerlagen 11 gebildet sind, die mit ihrer Längserstreckung senkrecht zu den Ebenen der Schichten des Spiegels 1 orientiert und ebenso wie die von diesen Pfosten 15 flügelartig wegstehenden verbliebenen Materialbereiche der strukturierten Kühlerlagen 11 von dem Kühlmedium intensiv umströmt werden. Die Pfosten 15 dienen zum einen zum wirksamen Einleiten der abzuführenden Wärme in den Kühlbereich 14 bzw. in das Kühlmedium. Zum anderen sind die Pfosten 15 auch erforderlich für die mechanische Festigkeit des Spiegels, insbesondere auch um ein Aufblähen der Kühlerstruktur 7 und damit des Spiegels 1 insgesamt bzw. ein Verwölben der von der Oberseite 2 gebildeten Spiegelfläche durch das unter Druck stehende Kühlmedium zu vermeiden. Der gegenseitige Abstand der Pfosten 15 beträgt beispielsweise 1,0 - 8 mm, wobei der Durchmesser dieser Pfosten etwa den halben Abstand dieser Pfosten entspricht.

Bei der dargestellten Ausführungsform sind die Schichten 4, 6, 8 und 10 sowie auch die Kühlerlagen 11 jeweils von einer Kupferfolie gebildet. Die Zwischenschichten 5 und 9 bestehen aus Keramik, beispielsweise aus einer Aluminiumoxid- oder

Aluminiumnitrid-Keramik. Auch andere Materialien sind für diese Zwischenschichten 5 und 9 denkbar, beispielsweise Siliziumcarbid oder aber Metalle mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten gleich oder kleiner $10 \times 10^{-6} [1/K]$, wie z.B. Wolfram, Molybdän oder Metall-Legierungen mit diesem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten. Die Zwischenschichten 5 und 9 können weiterhin auch aus einem Metallmatrix-Verbundmaterial mit dem Wärmeausdehnungskoeffizienten gleich oder kleiner $10 \times 10^{-6} [1/K]$ bestehen, z.B. aus Kupfer-Silizium-Karbid oder Aluminiumsiliziumkarbid.

Die flächige Verbindung zwischen den einzelnen Schichten kann auf unterschiedlichste Weise hergestellt sein, und zwar insbesondere auch abhängig von den verwendeten Materialien. Sind die Metall-Schichten solche aus Kupfer und die Zwischenschichten 5 und 9 solche aus Keramik, insbesondere Aluminiumoxid-Keramik, so besteht die Möglichkeit die einzelnen Schichten in besonders einfacher Weise unter Verwendung der dem Fachmann bekannten und z.B. in der US-PS 37 44 120 oder in der DE-PS 23 19 854 beschriebenen DCB-Technik (Direct-Copper-Bond-Technology) flächig miteinander zu verbinden. Auch andere Verfahren zum Verbinden der Schichten sind denkbar, beispielsweise Lötverfahren, auch Aktiv-Lötverfahren.

Wie die Figuren zeigen, sind bei der dargestellten Ausführungsform die Schichten 4 - 6 sowie auch die Kühlerschichten 11 mit einem kreisförmigen Zuschnitt mit dem selben Durchmesser ausgeführt, so daß der von diesen Schichten gebildete Teil des Spiegels 1 die Form eines flachen Kreiszylinders aufweist. Die Metall-Schichten 8 und 10 sowie die Zwischenschicht 9 sind bei der dargestellten Ausführungsform jeweils quadratisch mit den selben Kantenabmessungen gefertigt, die größer sind als der Durchmesser der kreisförmigen Schichten 4 - 6 und 11. Die Schichten 8 - 10 bilden somit einen über den übrigen Umfang des Spiegels 1 gleichmäßig wegstehenden Flansch 16 mit quadratischen Querschnitt, der achsgleich mit der Achse des kreiszylinderförmigen Teils des Spiegels 1 angeordnet ist. Im Bereich der Ecken sind im Flansch 16 Befestigungsöffnungen 17 vorgesehen, mit denen der Spiegel dann an einem nicht dargestellten Halter befestigt werden kann.

An der Unterseite 3 sind Anschlüsse 18 vorgesehen, und zwar jeweils ein Anschluß 18 für eine der Kammern 12 bzw. 13. Diese Anschlüsse, die beispielsweise aus dem gleichen Metall wie die unterste Schicht 10, nämlich bei der dargestellten Ausführungsform aus Kupfer bestehen, sind in geeigneter Weise, beispielsweise unter Verwendung des DCB-Verfahrens an der Schicht 10 befestigt. Für jeden Anschluß 18 ist weiterhin in den Schichten 8 - 10 jeweils eine durchgehende Bohrung 19 vorgesehen, durch die der Anschluß 18 mit seiner Kammer 12 bzw. 13 in Verbindung steht. Im Verwendungsfall des Spiegels 1 sind die Anschlüsse 18 an einem Vorlauf bzw. Rücklauf für das Kühlmedium angeschlossen.

Die Zwischenschicht 5 aus dem Material mit dem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten, beispielsweise aus Keramik, dient im wesentlichen dazu, die tatsächliche Wärmeausdehnung der Schicht 4, beispielsweise bedingt durch ein Ein- und Ausschalten des vom Spiegel 1 reflektierten Laserstrahls oder durch Änderungen der Leistung dieses Laserstrahls und/oder durch Schwankungen des Kühlmediumdurchsatzes usw. so stark zu reduzieren, daß die Qualität und Funktion des Spiegels 1 durch Temperaturschwankungen in der Schicht 4 nicht beeinträchtigt werden. Um dies sicherzustellen, ist die Dicke der Zwischenschicht 5 größer als die Dicke der Schicht 4. Vorzugsweise liegt die Dicke der Schicht 5 in der Größenordnung zwischen etwa 0,2 und 5 mm und die Dicke der Schicht 4 in der Größenordnung zwischen etwa 0,1 und 0,6 mm.

Der Spiegel 1 ist weiterhin zu einer gedachten Mittelebene M, die parallel zu der Oberseite 2 bzw. Unterseite 3 und auch parallel zu den Schichten 4 - 6, 8 - 10 und 11 liegt und die etwa in der Mitte der Kühlerstruktur 7 verläuft, in Bezug auf die Schichtfolge und die für diese Schichten verwendeten Materialien symmetrisch ausgebildet. Aus diesem Grunde ist auch zwischen der die Unterseite 3 bildenden Metall-Schicht 10 und der die Kühlerstruktur 7 unten abschließenden Metall-Schicht 8 die Zwischenschicht 9 vorgesehen, die aus dem selben Material wie die Schicht 5 besteht und auch die gleiche Dicke aufweist wie die Schicht 5. Weiterhin besitzt die

Schicht 10 die gleiche Dicke wie die Schicht 4 und die zwischen den Schichten 5 und 9 vorgesehenen Schichten beidseitig von der Mittelebene M jeweils die selbe Dicke.

Aus Gründen der vereinfachten Fertigung sind sämtliche Metall-Schichten 4, 6, 8, 10 und 11 jeweils aus einem Metall-Flachmaterial oder einer Metallfolie gleicher Dicke hergestellt. Durch den zur Mittelebene M symmetrischen Aufbau wird auch der „Bimetall-Effekt“ vermieden.

Der Flansch 16 ist bei der dargestellten Ausführungsform in sich symmetrisch ausgeführt, und zwar zur Mittelebene M' der Zwischenschicht 9, d.h. die beidseitig von dieser Zwischenschicht vorgesehenen Metall-Schichten 8 und 10 bestehen aus dem selben Metall, z.B. Kupfer und besitzen die selbe Dicke. Diese symmetrische Ausbildung des Flansches zu der Mittelebene M' vermeidet im Verwendungsfall bei Temperaturschwankungen eine Verwölbung des Flansches 16 und damit eine Veränderung des Justage des Spiegels 1. Durch die Zwischenschicht 9 aus Keramik wird für den Flansch 16 weiterhin auch eine ausreichende mechanische Festigkeit erreicht, und zwar trotz Verwendung der Schichten 8 und 10 aus Kupfer.

Die Oberseite 2 ist zur Bildung einer Spiegelfläche bearbeitet, d.h. beispielsweise poliert und/oder diamantgefräst, und zwar derart, daß die Rauigkeit kleiner als 10nm beträgt und auch Abweichungen in der Planität auf jeden Fall kleiner als 1 μm sind. Zur Veredelung der Spiegelfläche und/oder zur Verbesserung der Eigenschaften, insbesondere auch der optischen Eigenschaften (Reflektionseigenschaften) dieser Spiegelfläche kann dann auf die so behandelte Oberseite 2 eine weitere dünne Schicht aus Metall (Edelmetall), wie z.B. aus Ni, Au, Ag, Pt, Pd oder aus einer Legierung aufgebracht werden, und zwar beispielsweise mit einer Dicke von 0,1 bis 20 μm .

Bei der vorbeschriebenen Ausführungsform besteht die Schichten 4 und aus Symmetriegründen dann auch die Schichten 6, 8, 10 und 11 aus Kupfer, da sich dieses Material besonders leicht bearbeiten läßt, eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist und damit eine optimale Kühlung des Spiegels 1 an der Spiegelfläche gewährleistet, und da

Kupfer insbesondere auch für die übliche Laser-Lichtwellenlänge ein gutes Reflexionsverhalten besitzt.

Die Erfindung wurde voranstehend an einem Ausführungsbeispiel beschrieben. Es versteht sich, daß zahlreiche Änderungen und Abwandlungen möglich sind, ohne daß dadurch der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgedanke verlassen wird. So besteht die Möglichkeit, daß auf die Spiegelfläche zum Schutz und/oder zur optischen Vergütung eine Hart- und/oder Vergütungsschicht z.B. aus Diamant aufgebracht ist, beispielsweise durch physikalisches Abscheiden im Vakuum (PVD).

Bezugszeichenliste

1	Laserspiegel
2	Oberseite
3	Unterseite
4	Schicht aus Metall
5	Schicht aus einem Material mit reduziertem Wärmeausdehnungskoeffizienten
6	Schicht aus Metall
7	Kühlerstruktur
8	Schicht aus Metall
9	Schicht aus einem Material mit reduziertem Wärmeausdehnungskoeffizienten
10	Schicht aus Metall
11	Kühlerlage
12, 13	Kammer
14	Strukturierung
15	Pfosten
16	Flansch
17	Befestigungsöffnung
18	Anschluß
19	Bohrung

Patentansprüche

1. Gekühlter Spiegel für Laseranwendungen, mit einem eine Spiegelfläche bildenden Spiegelkörper, der aus mehreren stapelartig aneinander anschließenden und flächig miteinander verbundenen wenigstens einlagigen Schichten (4 - 6; 8 - 10; 11) besteht und eine innerhalb dieser Schichten gebildete Kühlerstruktur (7) mit Anschlüssen (18) zum Zuführen und Abführen eines Kühlmediums aufweist, wobei eine die Oberseite (2) des Spiegels bildenden und aus Metall bestehenden erste Schicht (4) die Spiegelfläche aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß an die erste Schicht (4) unmittelbar anschließend eine Zwischenlage (5) vorgesehen ist, die aus einem Material mit einem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten gleich oder kleiner $10 \times 10^{-6} [1/K]$ besteht und flächig mit der der Spiegelfläche abgewandten Oberflächenseite der ersten Schicht (4) verbunden ist.
2. Spiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß einer die Unterseite (3) des Spiegels (1) bildenden Schicht (10) aus Metall unmittelbar benachbart und mit dieser vollflächig verbunden eine zweite Zwischenschicht (9) aus einem Material mit einem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten gleich oder kleiner $10 \times 10^{-6} [1/K]$ vorgesehen ist.
3. Spiegel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Material mit dem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten Keramik, vorzugsweise Aluminiumoxid-, Aluminiumnitrid- oder Siliziumkarbid-Keramik ist.
4. Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht aus dem Material mit dem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten aus einem Metall mit einem Wärmeausdehnungskoeffizient gleich oder kleiner $10 \times 10^{-6} [1/K]$ besteht, beispielsweise aus Wolfram, Molybdän oder einer Metall-Legierung.

5. Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht aus dem Material mit dem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten aus einem Metallmatrix-Verbundmaterial mit einem Ausdehnungskoeffizienten gleicher oder kleiner $10 \times 10^{-6} [1/K]$ besteht, beispielsweise aus Kupfer-Silizium-Karbid oder aus Aluminium-Silizium-Karbid.
6. Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Zwischenschicht eine Dicke aufweist, die größer ist als die Dicke der ersten Schicht (4) aus Metall.
7. Spiegel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (5) eine Dicke im Bereich von etwa 0,2 - 5 mm aufweist.
8. Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (4) aus Metall eine Dicke im Bereich 0,1 - 0,6 mm aufweist.
9. Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlerstruktur (7) von mehreren aneinander anschließenden, strukturierten Kühlerschichten (11) aus Metall gebildet ist.
10. Spiegel nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß beidseitig von der von den strukturierten Schichten (11) gebildeten Kühlerstruktur (7) jeweils wenigstens eine nicht strukturierte Abschlußschicht (6, 8), vorzugsweise aus Metall vorgesehen ist.
11. Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die die Unterseite des Spiegels (3) bildende zweite Metallschicht (10) Bestandteil eines über den sonstigen Umfang des Spiegels (1) vorstehenden Flansches (16) ist.
12. Spiegel nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (16) wenigstens dreischichtig ausgebildet ist, und zwar aus der zweiten Schicht (10) aus Metall, aus wenigstens der an diese zweite Schicht unmittelbar anschließenden

zweiten Zwischenschicht (9) aus dem Material mit dem reduzierten Wärmeausdehnungskoeffizienten sowie aus einer weiteren Schicht (8) aus Metall an der der zweiten Schicht (10) abgewandten Seite der zweiten Zwischenschicht (9).

13.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er bzw. dessen Körper hinsichtlich der Schichten und der für diese Schichten verwendeten Materialien symmetrisch zu einer zwischen der Spiegeloberseite (2) und der Spiegelunterseite (3) verlaufenden Mittelebene (M) ausgebildet ist.

14.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (16) hinsichtlich der diesen Flansch bildenden Schichten und der verwendeten Materialien symmetrisch zu einer parallel zur Spiegelunterseite (3) verlaufenden Flanschmittelebene (M') ausgebildet ist.

15.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die strukturierten Schichten (11) der Kühlerstruktur (7) durchgehende, diese Kühlerstruktur (7) überbrückende Pfosten (15) bilden.

16.Spiegel nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der gegenseitige Abstand der Pfosten etwa 1,0 bis 8,0 mm beträgt.

17.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die strukturierten Kühlerschichten (11) zu den Pfosten (15) radial verlaufende und von diesen wegstehende Materialabschnitte oder Flügel bilden.

18.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten aus Metall solche aus Kupfer oder einer Kupferlegierung sind.

19.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (4) an ihrer Oberfläche poliert und/oder diamantgefräst ist, und zwar derart, daß die Rauigkeit kleiner als 10nm und Abweichungen von der Planität

kleiner als $1\mu\text{m}$ betragen.

20.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Oberseite der ersten Schicht (4) zur Bildung der Spiegelfläche eine Oberflächenmetallschicht, beispielsweise eine Schicht aus Ni, Au, Ag, Pt, Pd oder einer Metall-Legierung aufgebracht ist.

21.Spiegel nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenmetallschicht eine Dicke aufweist, die deutlich kleiner ist als die Dicke der ersten Schicht, beispielsweise eine Dicke von 0,1 bis $20\mu\text{m}$.

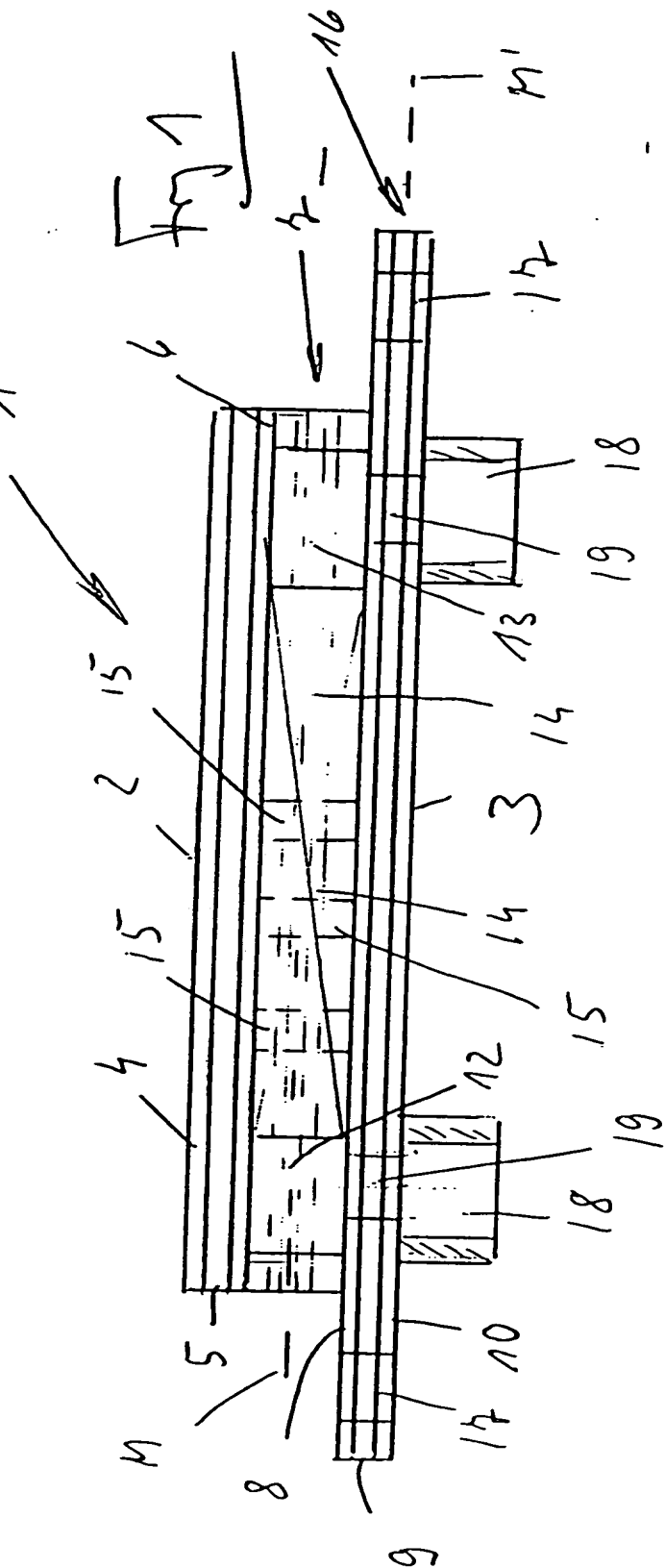
22.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Spiegelfläche eine Hart- und/oder Vergütungsschicht, z.B. aus Diamant aufgebracht ist.

23.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Anschlüsse (18) an der der Spiegelfläche abgewandten Unterseite (3) des Spiegels zum Zuführen und Abführen des Kühlmediums.

24.Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten mittels des DCB-Prozesses und/oder durch Löten, vorzugsweise durch Aktivlöten miteinander verbunden sind.

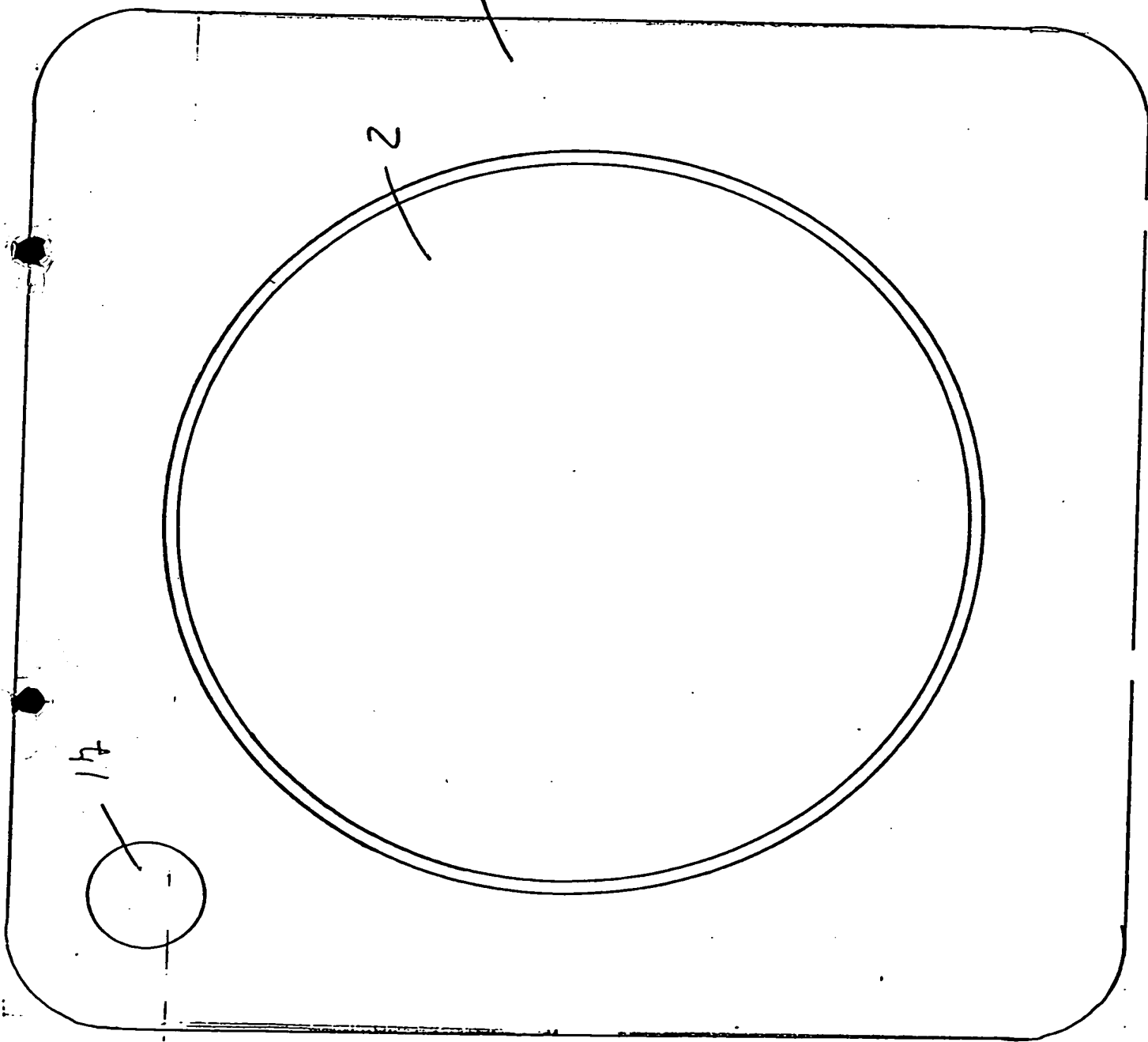
25.Verfahren zum Herstellen eines Spiegels nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den Spiegelkörper bildenden Schichten (4 - 6; 8 - 10), einschließlich der strukturierten, die Kühlerstruktur bildenden Kühlerschichten (11) übereinandergestapelt und dann unter Verwendung des DCB-Prozesses oder durch Löten, insbesondere Aktivlöten miteinander verbunden werden, und daß nach diesem Fügeprozeß die freiliegende Oberflächenseite der die Oberseite des Spiegels bildenden ersten Schicht aus Metall poliert und/oder diamantgefräst wird.

19:9640

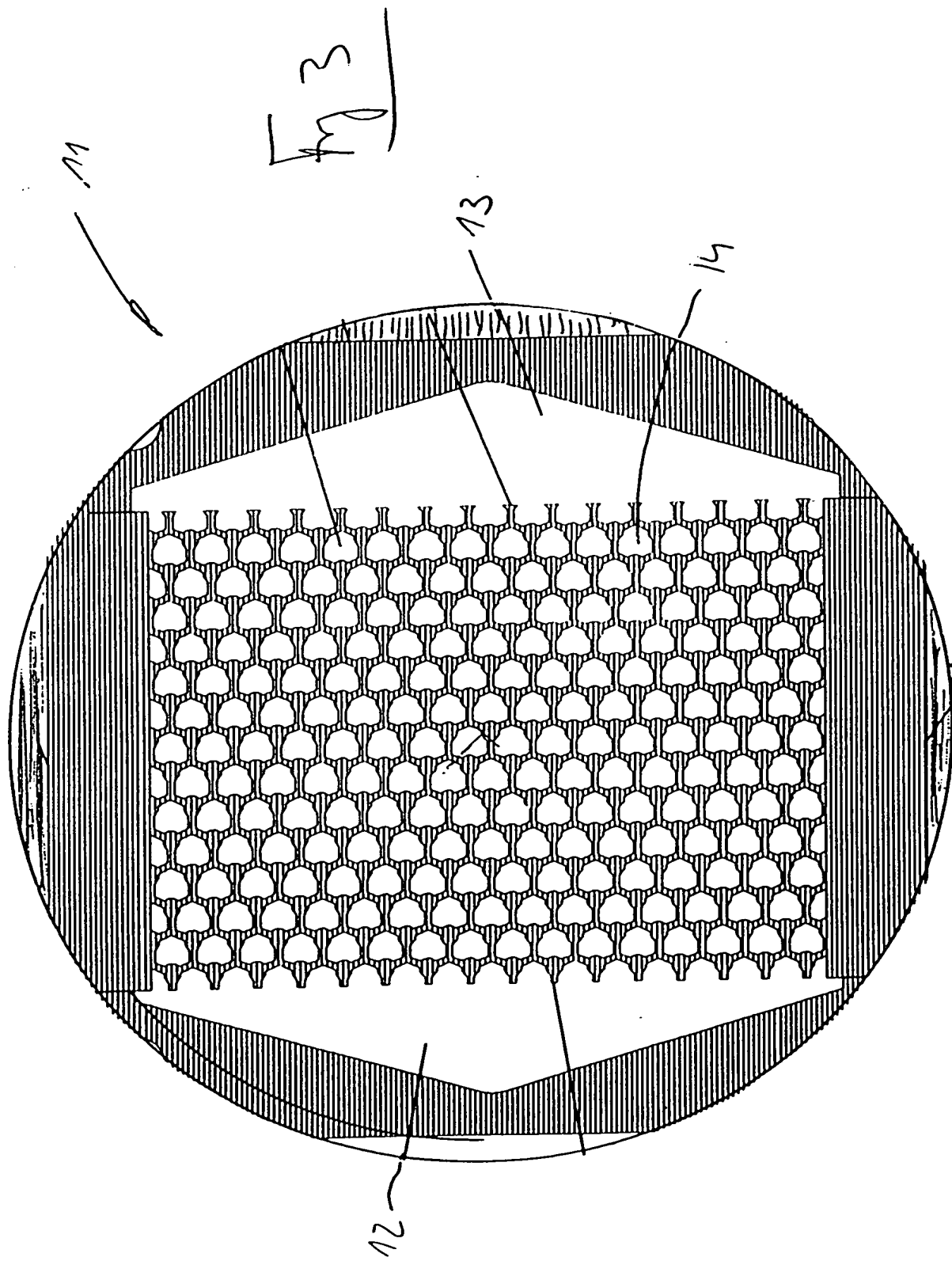


19904A

Fig 2



19964A



19964A

2 x 17

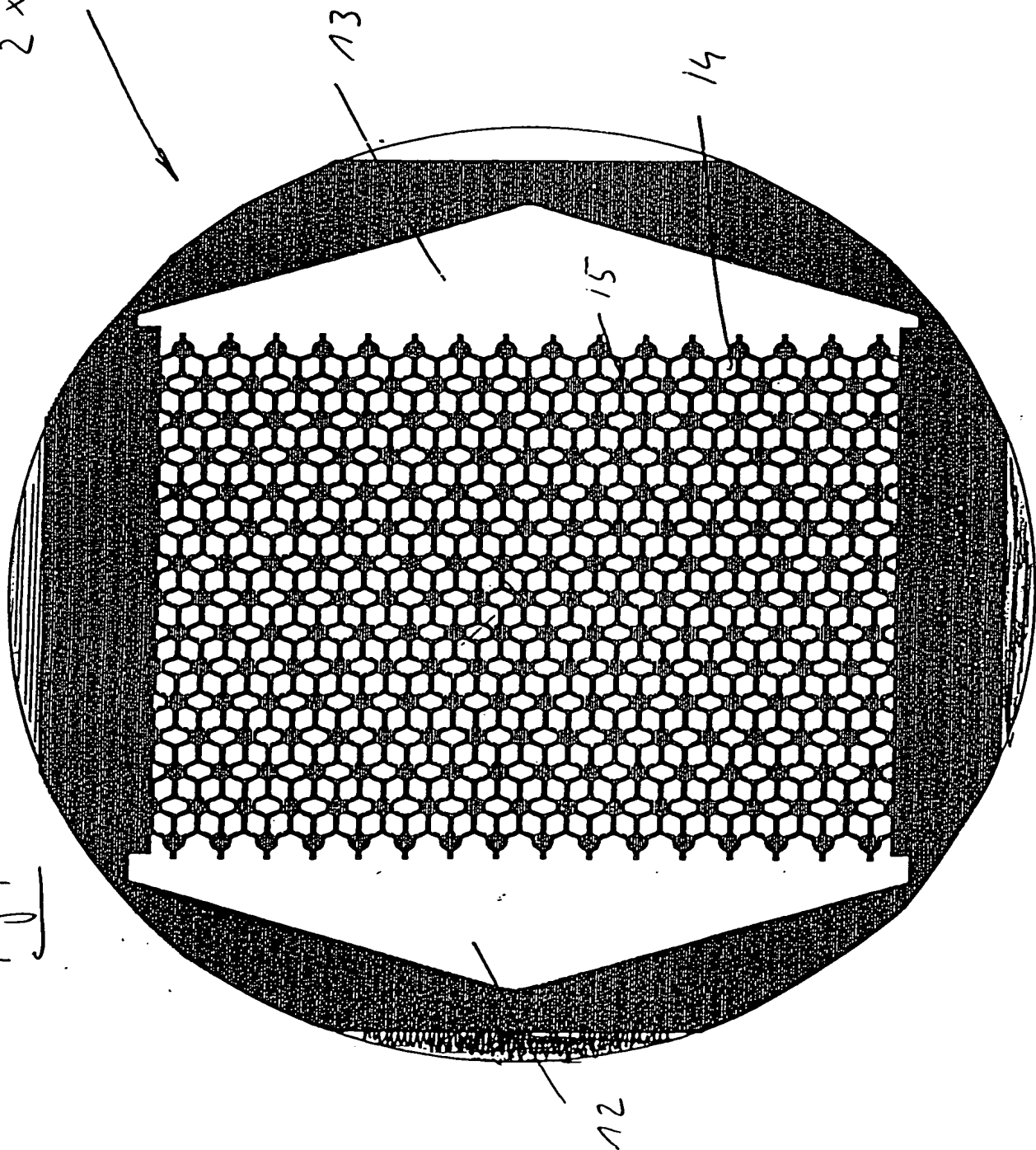


Fig 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.